

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-206429

(43)Date of publication of application : 13.08.1993

(51)Int.Cl.

H01L 27/14  
G02B 5/20  
G02F 1/1335

(21)Application number : 04-012373

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 27.01.1992

(72)Inventor : SASANO SHINSUKE  
ENOMOTO TADASHI

## (54) COLORED MICROLENS ARRAY AND ITS MANUFACTURE

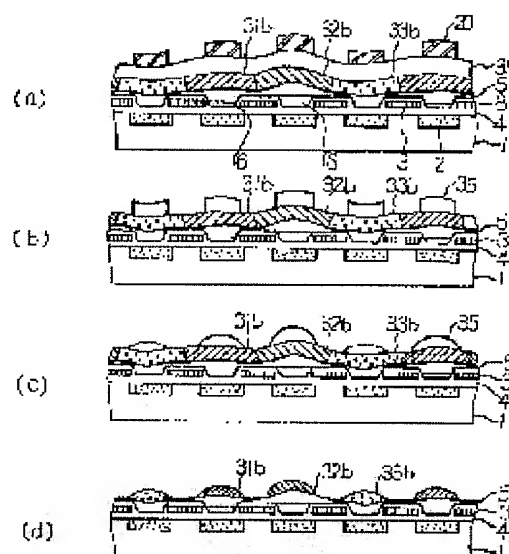
(57)Abstract:

PURPOSE: To realize a color filter array and a microlens layer by using a thin layer by a method wherein the thickness of a very small region in a foundation member on which a colored microlens is mounted is set by means of a color and focuses are set in such a way that they are situated on nearly the same plane.

CONSTITUTION: A burying material 15 is deposited in grooves in opening parts in a light-shielding film 3 so as to have a film thickness corresponding to the focal distance of a colored lens. The burying material 16 is left only in the opening parts; it is removed in other parts.

The burying material 16 whose thickness is different is deposited in opening parts in a first photoelectric conversion region and a second photoelectric conversion region. Then, a smoothing layer 5 is laminated; ups and downs are formed on the surface; the film thickness of a foundation film which is formed of the smoothing layer 5 and the burying material 16 is decided according to the focal distance of a colored microlens formed on the

surface. A tricolor color filter array and a lens-shape formation layer 35 are formed on it. When they are heated and melted, they become semispherical; an isotropic etching operation is performed by making use of them as a mask; color filters 31b, 32b, 33b are formed to be convex-lens-shaped. Thereby, it is possible to obtain the colored microlens in which position in the optical-axis direction have been adjusted according to colors.



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成5年(1993)8月13日

審査請求 未請求 請求項の数10(全 10 頁)

(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

A cross-sectional view of a substrate assembly. The assembly consists of a base layer (3) with a patterned top layer (2) and a thin layer (4) on top of the patterned layer. The patterned layer (2) has a series of rectangular openings. Above the openings, there are three circular features (31, 32, 33) with different internal patterns (dots, diagonal lines, and horizontal lines respectively). A label 5 points to the right side of the assembly.

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】透明な基礎部材と、

前記基礎部材に二次元に配列される複数のマイクロレンズとを備え、

前記マイクロレンズの各々は複数種類の色のうちいずれかの色を有する有色マイクロレンズからなり、

前記配列は互いに色を異にする前記有色マイクロレンズを二次元に配置して得られる1もしくは2以上の基本配色パターンを組み合わせる構成されることを特徴とする有色マイクロレンズアレイ。

【請求項2】前記有色マイクロレンズを載置する前記基礎部材の微小領域の厚さは、各有色マイクロレンズの色に対応して設定されて、各有色マイクロレンズの焦点が略同一平面上に位置するように設定されることを特徴とする請求項1記載の有色マイクロレンズアレイ。

【請求項3】各有色マイクロレンズの形状は、各有色マイクロレンズの色に対応した曲率に定められて、各有色マイクロレンズの焦点が略同一平面上に位置するように設定されることを特徴とする請求項1記載の有色マイクロレンズアレイ。

【請求項4】有色マイクロレンズ群が形成されるべき透明な基礎膜に色フィルタ層を積層する第1ステップと、マイクロレンズの型を形成するためのレンズ形状形成層を前記色フィルタ層に積層する第2ステップと、形成されるべき有色マイクロレンズの配列パターンによって前記レンズ形状形成層をパターンニングする第3ステップと、

パターンニングされた前記レンズ形状形成層を半球状に成形する第4ステップと、

半球状に成形された前記レンズ形状形成層及び前記色フィルタ層を前記レンズ形状形成層側から等方性エッチングし、前記色フィルタ層を半球状に成形して前記基礎膜に有色マイクロレンズ群を形成する第5ステップと、を備えることを特徴とする有色マイクロレンズの製造方法。

【請求項5】前記第4ステップは、前記レンズ形状形成層を熔解させて半球状に形成する加熱処理工程であることを特徴とする請求項4記載の有色マイクロレンズの製造方法。

【請求項6】前記第1ステップは、形成すべき有色マイクロレンズ群の色配列に対応して二次元に配列された複数種類の色の色フィルタによって前記色フィルタ層を形成する第6ステップを含むことを特徴とする請求項4または5記載の有色マイクロレンズの製造方法。

【請求項7】前記第2ステップは、形成すべき有色マイクロレンズの色に対応して前記レンズ形状形成層の膜厚を設定する第7ステップを含むことを特徴とする請求項4、5または6記載の有色マイクロレンズの製造方法。

【請求項8】前記基礎膜の微小領域の膜厚を該領域を覆うべき有色マイクロレンズの色に対応して設定し、複数

の有色マイクロレンズの光軸方向における位置を各有色マイクロレンズの色に応じて定める第8ステップを含むことを特徴とする請求項4、5または6記載の有色マイクロレンズの製造方法。

【請求項9】投影された光像を色成分によって表される画像信号に変換するカラー固体撮像装置であって、シリコン基板表面に二次元に配列されて入射光量に応じた電荷を発生する複数の光電変換領域と、

前記光電変換領域各々を開口しかつ前記光電変換領域各々の周囲を遮光するように前記シリコン基板に積層される遮光膜と、

少なくとも前記遮光膜の開口した部分を埋め込む平滑層と、

前記光電変換領域各々を覆うように前記平滑層上に二次元に配列されて、前記光像の一部を前記光電変換領域に導出するマイクロレンズ群とを備え、

前記マイクロレンズ群は、規則的に配列された複数色の有色マイクロレンズからなり、所定配色パターンの色フィルタアレイとして機能することを特徴とするカラー固体撮像装置。

【請求項10】二次元に配列された微小液晶シャッタを開閉して透過光による画像を形成する液晶表示パネルを有する液晶表示装置であって、

前記液晶表示パネル上に前記微小液晶シャッタ各々を覆うように二次元に配列されるマイクロレンズ群を備え、前記マイクロレンズ群は、規則的に配列された複数色の有色マイクロレンズからなり、所定配色パターンの色フィルタアレイとして機能することを特徴とするカラー液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は有色マイクロレンズアレイ、その製造方法及びこれを用いた装置に関し、特に、カラー固体撮像装置やカラー液晶表示装置等の色フィルタアレイとして用いて好適な有色マイクロレンズアレイに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のカラー固体撮像装置の概略を図17を参照して説明する。図17は、カラー固体撮像装置の断面図を示しており、受光光量に応じた電荷を発生するシリコンフォトダイオード等によって構成される光電変換領域2がシリコン基板1の表面に画素として行列状に形成される。光電変換領域2には、図示しない撮像レンズによって画像が投影され、画像の明暗に応じた電荷を発生する。この光電変換領域2に隣接して図示しない電荷転送領域が形成され、電荷を電気信号に変換する図示しないプリアンプに向けて発生した電荷を転送する。電荷転送領域等の上部にはアルミ等によって構成される遮光膜3が絶縁膜4を介して積層され、光電変換領域以外の部分に光が入射しないようにしている。遮光膜3の

開口部によって生じた凹凸は透明な平滑層5によって埋め込まれて平らにされる。この平滑層5上に第1層目の染色フィルタ6が形成される。染色フィルタ6は、例えばゼラチンを染色した赤色フィルタであり、赤色成分を光電変換すべき光電変換領域の上にこの領域を覆うように形成される。この第1層目の染色フィルタ6の上に混色を防止すると共に面の平坦化を図る平滑層（あるいは中間層）7を形成する。この平滑層7上に第2層目の染色フィルタ8が形成される。染色フィルタ8は、例えば緑色フィルタであり、緑色成分を光電変換すべき光電変換領域の上にこの領域を覆うように形成される。この第2層目の染色フィルタ8の上に混色を防止すると共に面の平坦化を図る平滑層9を形成する。この平滑層9上に第3層目の染色フィルタ10が形成される。染色フィルタ10は、例えば青色フィルタであり、青色成分を光電変換すべき光電変換領域の上にこの領域を覆うように形成される。この第3層目の染色フィルタ10上に面の平坦化を図る平滑層11を形成する。この平滑層11上に集光レンズ層12が形成される。集光レンズ層12はマイクロレンズ群からなり、図示しない撮像レンズによってカラー固体撮像装置表面に投影される像の画素各々を染色フィルタを介して各光電変換領域2に集光する。

【0003】従来は上述のように平滑層、中間層、染色フィルタを数層積層して色フィルタアレイを形成し、更に最上部にマイクロレンズ層を形成することで、図13に実線で示すように光電変換領域に色成分を集めて、見かけ上の開口率を上げ、光の利用効率、すなわち、受光感度を向上させている。同図において図17と対応する部分には同一符号を付している。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる構成においては3種類の色の色フィルタを積層して色フィルタアレイを形成しているため、図13に示されるようにマイクロレンズ層12と遮光膜3の開口部との距離が約10 $\mu$ mと長くなっている。このため、カメラの撮像レンズの絞りを開いた場合のように、マイクロレンズに対して斜めに入射する光が増加すると、同図に点線で示すようにマイクロレンズにより集光された光は遮光膜3の開口の中心からずれて光電変換領域2への集光率を低下させる。また、集光された光が遮光膜の開口端に近づくことにより、隣接画素である隣の光電変換領域や電荷転送部に信号電荷を混入させていわゆるスミアを発生させる。

【0005】よって、本発明の目的は、異なる色の色フィルタを複数積層してなる色フィルタアレイとマイクロレンズ層とを薄い層で実現することである。本発明の他の目的は、斜め入射光によって生じる集光率の低下、撮像素子の感度低下及びスミア発生の抑制を可能とするカラー固体撮像装置を提供することである。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の有色マイクロレンズは、透明な基礎部材と、上記基礎部材に二次元に配列される複数のマイクロレンズとを備え、上記マイクロレンズの各々は複数種類の色のうちいずれかの色を有する有色マイクロレンズからなり、上記配列は互いに色を異にする前記有色マイクロレンズを二次元に配置して得られる1もしくは2以上の基本配色パターンを組み合わせることで構成されることを特徴とする。また、上記有色マイクロレンズを載置する前記基礎部材の微小領域の厚さは、各有色マイクロレンズの色に対応して設定されて、各有色マイクロレンズの焦点が略同一平面上に位置するように設定されることを特徴とする。また、各有色マイクロレンズの形状は、各有色マイクロレンズの色に対応した曲率に定められて、各有色マイクロレンズの焦点が略同一平面上に位置するように設定されることを特徴とする。

【0007】本発明の有色マイクロレンズの製造方法は、有色マイクロレンズ群が形成されるべき透明な基礎膜に色フィルタ層を積層する第1ステップと、マイクロレンズの型を形成するためのレンズ形状形成層を上記色フィルタ層に積層する第2ステップと、形成されるべき有色マイクロレンズが配列されたパターンによって上記レンズ形状形成層をパターンニングする第3ステップと、パターンニングされた上記レンズ形状形成層を半球状に形成する第4ステップと、半球状に形成された上記レンズ形状形成層及び上記色フィルタ層を上記レンズ形状形成層側から等方性エッチングし、上記色フィルタ層を半球状に成形して上記基礎膜に有色マイクロレンズ群を形成する第5ステップと、を備えることを特徴とする。更に、上記第4ステップは、上記レンズ形状形成層を溶解させて半球状に形成する加熱処理工程あるいは上記レンズ形状形成層を曲面になるように処理する化学的処理工程あることを特徴とする。更に、上記第1ステップは、形成すべき有色マイクロレンズ群の色配列に対応して二次元に配列された複数種類の色の色フィルタによって上記色フィルタ層を形成する第6ステップを含むことを特徴とする。更に、上記第2ステップは、形成すべき有色マイクロレンズの色に対応して上記レンズ形状形成層の膜厚を設定する第7ステップを含むことを特徴とする。

【0008】更に、上記基礎膜の微小領域の膜厚を該領域を覆うべき有色マイクロレンズの色に対応して設定し、複数の有色マイクロレンズの光軸方向に置ける位置を各有色マイクロレンズの色に応じて定める第8ステップを含むことを特徴とする。

【0009】また、本発明のカラー固体撮像装置は、投影された光像を色成分によって表される画像信号に変換するカラー固体撮像装置において、シリコン基板表面に二次元に配列されて入射光量に応じた電荷を発生する複数の光電変換領域と、上記光電変換領域各々を開口しか

つ上記光電変換領域各々の周囲を遮光するように上記シリコン基板に積層される遮光膜と、少なくとも上記遮光膜の開口した部分を埋め込む平滑層と、上記光電変換領域各々を覆うように上記平滑層上に二次元に配列されて、上記光像の一部を上記光電変換領域に導出するマイクロレンズ群とを備え、上記マイクロレンズ群は、規則的に配列された複数色の有色マイクロレンズからなり、所定配色パターンの色フィルタアレイとして機能することを特徴とする。

【0010】また、本発明のカラー液晶表示装置は、二次元に配列された微小液晶シャッタを開閉して透過光による画像を形成する液晶表示パネルを有する液晶表示装置において、上記液晶表示パネル上に上記微小液晶シャッタ各々を覆うように二次元に配列されるマイクロレンズ群を備え、上記マイクロレンズ群は、規則的に配列された複数色の有色マイクロレンズからなり、所定配色パターンの色フィルタアレイとして機能することを特徴とする。

【0011】また、カラー固体撮像装置の製造方法は、投影された光像の画素を光電変換領域に導出するマイクロレンズを有するカラー固体撮像装置の製造方法において、シリコン基板表面に二次元に配列されて入射光量に応じた電荷を発生する複数の光電変換領域を形成する第1ステップと、上記光電変換領域各々を開口しかつ上記光電変換領域各々の周囲を遮光するように上記シリコン基板に積層される遮光膜を形成する第2ステップと、少なくとも上記遮光膜の開口した部分を埋め込む平滑層を形成する第3ステップと、上記光電変換領域を覆うように配列された複数色の色フィルタからなる色フィルタ層を上記平滑層に積層する第4ステップと、上記色フィルタ層にマイクロレンズの型を形成するためのレンズ形状形成層を積層する第5ステップと、形成されるべき有色マイクロレンズが配列されたパターンによって上記レンズ形状形成層をパターンニングする第6ステップと、パターンニングされた上記レンズ形状形成層を半球状に成形する第7ステップと、半球状に成形された上記レンズ形状形成層及び上記色フィルタ層を上記レンズ形状形成層側から等方性エッチングし、上記色フィルタ層を半球状に成形して上記平滑層に有色マイクロレンズ群を形成する第8ステップとを備えることを特徴とする。

【0012】

【作用】本発明の有色マイクロレンズアレイによれば、マイクロレンズアレイ自身が色フィルタアレイとして機能する。本発明の有色マイクロレンズの製造方法によれば、色フィルタアレイにレンズ形状形成層を積層し、このレンズ形状形成層をマイクロレンズ群の配置パターンによってパターンニングする。パターンニングされたレンズ形状形成層をレンズ状に成形し、これをマスクとしてマスク及び色フィルタアレイを等方性エッチングすることにより、色フィルタアレイをマイクロレンズ化す

る。

【0013】この結果、従来の積層された色フィルタアレイ及びマイクロレンズが担った機能が一つの層の有色マイクロレンズアレイによって実現される。この有色マイクロレンズアレイ自身が複数色の色フィルタアレイとしても機能するから、例えばカラー固体撮像装置に用いると、有色マイクロレンズ層を光電変換領域に略密着して配置することが可能となり、撮像装置の感度向上及びスミアの抑制等が図られる。また、有色マイクロレンズアレイをカラー液晶表示装置の色フィルタアレイとして用いれば表示画面の視野角をより広げることが可能となる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は、本発明に係る有色マイクロレンズを用いたカラー固体撮像装置の断面図を示しており、図17に示された部分と対応する部分には同一符号を付している。図1において、シリコン基板1の表面に受光量に応じた電荷を発生するシリコンフォトダイオード等の光電変換領域2が画素として行列状に形成される。この光電変換領域2に隣接して図示しない電荷転送領域等が形成される。電荷転送領域は画像情報を担う上記電荷を図示しない電気信号に変換するプリアンプに向けて転送するものであり、CCD (Charge Coupled Device)、BBD (BUCKET Brigade Device) 等種々の形式のものをを用いることが可能である。シリコン基板1には絶縁膜4が積層される。更に、光電変換領域2の上部を開口し、これ以外の上記電荷転送領域等の上部を遮光する遮光膜3が絶縁膜4に積層される。遮光膜3はアルミ等の薄膜であり、周囲が絶縁膜4によって絶縁される。遮光膜3の開口部によって生じた凹凸は平滑層5によって埋め込まれて平らな表面が形成される。この平滑層5は基礎膜に対応するものである。この平滑層5上に複数色の有色マイクロレンズが行列状に配列され、各有色マイクロレンズは光電変換領域2の上部を覆うように配置される。各有色マイクロレンズの中心は遮光膜開口部の中心と一致するように形成され、各光電変換領域は有色マイクロレンズによって抽出された色成分を光電変換する、例えば、有色マイクロレンズ31は赤色、同32は緑色、同33は青色である。この有色マイクロレンズの色の種類は、CCDカラーカメラの撮像方式に対応して、例えば、赤、緑及び青の三原色、更に、シアン、マゼンタ及びイエローの3つの補色の中から2～3色を適宜に選択して組み合わせる。また、有色マイクロレンズの形状はレンズの色や材質の屈折率に応じて適当な集光が得られるように形成されるが、好ましくは半球状である。マイクロレンズの有する色はレンズ材料を染料によって着色することにより、あるいはレンズ材料自体の色により定められる。なお、有色マイクロレンズ及び光電変換領域の配列パターンには、カラー方式に応じた種々の配列パ

ターンが適用される。これ等の配列パターンは、通常、色の異なる有色マイクロレンズを二次元に配置して得られる1もしくは2以上の基本配色パターンを組み合わせで構成される。カラー固体撮像装置を構成する光電変換部、電荷転送部、電荷読出部は公知構成を用いるので、かかる部分の説明を省略する。

【0015】この実施例のような構成にすると、図17に示された従来の色フィルタ及び中間層（同図6、7、8、9、10、11）からなる色フィルタアレイとマイクロレンズ12とを一つの層のマイクロレンズに置き換えることができる。別言すれば、有色マイクロレンズ31～33が一つの層の色フィルタアレイを構成している。この有色マイクロレンズを用いると、色フィルタを別途必要とせず、マイクロレンズはカラー固体撮像装置の光電変換領域2に近接して形成される。

【0016】この結果、図14に示されるように、有色マイクロレンズ33が光電変換領域2に略密着し、遮光膜開口部の真上にあるため、図14に実線及び点線で示されるようにマイクロレンズ33に入射した光線が光電変換領域2上に導出されて撮像素子の感度が向上する。また、電荷転送領域への入射光線が減って画像へのスミアの発生が抑制される等の効果が得られる。

【0017】この様な多数個かつ複数色からなる有色マイクロレンズアレイをカラー固体撮像装置の平滑層上に形成する方法について説明する。本発明の有色マイクロレンズの製造方法では、色フィルタアレイをマイクロレンズ化する。まず、色フィルタアレイの形成手順について図2を参照して説明する。上記したように公知方法によってシリコン基板1上に光電変換領域2、絶縁膜4、遮光膜3、平滑層5が形成され、CCD撮像部が形成される。このCCD撮像部の平滑層5を基礎膜として、第3色の、例えば青色の染色層33aを積層する。図示しない青色成分の光電変換領域の配置パターンによって染色層33aをパターンニングし、平滑層5の上に青フィルタ33bをモザイク状に形成する。すなわち、平滑層5の上に第3色の染色層33aを積層し、フォトレジスト20を染色層33aの全面に塗布する。フォトレジスト20に第3色の光電変換領域のパターンを露光し、現像して図2(a)に示されるフォトレジスト20が第3色に対する光電変換領域部分を覆う構造を得る。このフォトレジスト20をマスクとしてエッチングを行い、第3色に対する光電変換領域部分を覆う染色層33aだけを残す。残ったフォトレジスト20を溶剤等によって除去する。

【0018】次に、第1色の、例えば赤色の染色層31aを平滑層5及び青フィルタ33bに積層する。図示しない赤色成分の光電変換領域の配置パターンによって染色層31aをパターンニングし、平滑層5上に赤フィルタ31b及び青フィルタ33bをモザイク状に形成する。すなわち、染色層31aを平滑層5及び青フィルタ33

bに積層し、フォトレジスト20を染色層31aの全面に塗布する。フォトレジスト20に第3色の光電変換領域のパターンを露光し、現像して図2(b)に示されるフォトレジスト20が第1色に対する光電変換領域部分を覆う構造を得る。このフォトレジスト20をマスクとしてエッチングを行い、第1色に対する光電変換領域部分を覆う染色層31aだけを残す。残ったフォトレジスト20を溶剤等によって除去する。

【0019】同様に、第2色の、例えば緑色の染色層32aを平滑層5、赤フィルタ31b及び青フィルタ33bに積層する。図示しない緑色成分の光電変換領域の配置パターンによって染色層32aをパターンニングし、平滑層5の上に赤フィルタ31b、青フィルタ33b及び緑フィルタ32bをモザイク状に形成する。すなわち、緑色の染色層32aを平滑層5、赤フィルタ31b及び青フィルタ33bに積層し、フォトレジスト20を染色層32aの全面に塗布する。フォトレジスト20に第2色の光電変換領域のパターンを露光し、現像して図2

(c)に示されるフォトレジスト20が第2色に対する光電変換領域部分を覆う構造を得る。このフォトレジスト20をマスクとしてエッチングを行い、第2色に対する光電変換領域部分を覆う染色層32aだけを緑フィルタ32bとして残す。残ったフォトレジスト20を溶剤等によって除去する。

【0020】カラーフィルタ31b、32b及び33bは、例えばPVA（ポリビニルアルコール）、合成染色材料、顔料分散型の膜（例えばアクリル系）等を用いることが可能である。こうして、図2(d)に示されるように、複数種類の色の色フィルタ31b、32b及び33bによって色フィルタアレイが形成される。色フィルタアレイの配色パターンはカラー方式に応じてモザイク状やストライプ状等種々のパターンに形成される。

【0021】次に、有色マイクロレンズの形成手順について図3を参照して説明する。図3において図2と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。

【0022】まず、前記した手順によって色フィルタ31b、32b及び33bからなる色フィルタアレイをカラー固体撮像装置に形成する。この色フィルタアレイ上にマイクロレンズの型を造るために用いるレンズ型形成層35を積層する。レンズ型形成層35を形成すべきマイクロレンズの配列パターンによってパターンニングする。すなわち、レンズ型形成層35にフォトレジスト20を塗布し、これに形成すべきマイクロレンズアレイのパターンと同様の図示しないエッチングパターンを投影し、現像して図3(a)に示されるようにフォトレジスト20が遮光膜3の開口部分を覆う構造を得る。このフォトレジスト20をマスクとしてレンズ型形成層35について異方性エッチングを行い、図3(b)に示されるようにレンズ型形成層35のうち遮光膜3の開口部分に

10

20

30

40

50

あるもののみを残す。残されたレンズ型形成層35をレンズ状に、好ましくは半球状に成型する。

【0023】これは、例えば加熱処理や化学的処理によって行う。加熱処理による場合は、予めレンズ型形成層35の融点が色フィルタの融点よりも低い材質のものを選択する。レンズ型形成層35を色フィルタの融点よりも低い温度で加熱して溶融させる。溶融したレンズ型形成層35は、図3(c)に示されるように表面張力によって半球状になる。この後温度を下げて半球形状を固定する。レンズ型形成層35が色フィルタ層に侵入するミックスレイヤの防止方法については後述する。化学的処理による場合は、溶解液とレンズ型形成層35の材質の組み合わせを適宜に選定し、溶液によってレンズ型形成層35を曲面化する。

【0024】こうして、各色フィルタ上にレンズ状に成型されたレンズ型形成層35を得る。このレンズ状に成型されたレンズ型形成層35をマスクとして用いて、レンズ型形成層35側からRIE(Reactive Ion Etching)等の等方性エッチングを行い、レンズ型形成層35、色フィルタ31b、32b及び33bをエッチングして図3(d)に示されるように各色フィルタを凸レンズ状に成型する。この結果、遮光膜3の開口部上に光電変換領域に近接してカラーマイクロレンズが形成される。このカラーマイクロレンズは各画素毎に設けられ、また、上記実施例では3原色であるが、必要な種類の色のフィルタが必要に応じて形成される。上記実施例において、レンズ型形成層35を形成する際に色フィルタ31b、32b及び33bとの間でいわゆるミックスレイヤが生じる場合には、図4に示されるようにミックスレイヤを防止するための中間層13を色フィルタ31b、32b及び33bからなる色フィルタアレイとレンズ型形成層35との間に形成することにより、これを防止することが可能である。

【0025】色フィルタの他の形成方法について図7乃至図9を参照して説明する。これ等の図は、いわゆる電気メッキ法を用いて撮像部上に色フィルタを形成する方法を示しており、図7及び図9において図1と対応する部分には同一符号を付しており、かかる部分の説明は省略する。まず、図7に示されるようにCCD撮像部の平滑層5上に透明電極膜を積層し、これをパターンニングして遮光膜3の開口部分を覆うように透明電極14a~14cをストライプ状に形成する。各透明電極の末端は図8に示されるように多数のCCD撮像部を担うウェハの電極に接続される。この電極に同図(b)に示されるように直流電源を接続し、ウェハを染色溶液15中に入れて通電する。これにより、電圧が選択的に印加された透明電極、例えば透明電極14a上に染色溶液15中の染色剤が堆積されて、例えば青色フィルタの染色層が形成される。同様にして、赤色フィルタ及び黄色フィルタの染色層が形成される。

【0026】ところで、一般的に、同じレンズでも通過する光線の波長によって屈折を異にする。従って、有色マイクロレンズによって抽出された色成分をより正確に光電変換領域上に導出するためには抽出した光成分の波長や有色マイクロレンズの材質に応じた焦点距離や曲率を各有色マイクロレンズが持つことが望ましい。

【0027】図5は、このような点を考慮して各有色マイクロレンズの色に応じて各有色マイクロレンズの光軸方向の位置を調整する例を示しており、同図において図3と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。この例では、撮像部の平滑層5を形成する前に、遮光膜3の開口部の溝が、この部分に形成される有色マイクロレンズの焦点距離に対応した深さになるように埋込材16で埋め込む。これは、例えば埋込材16を第1の有色レンズの焦点距離に応じた第1の膜厚に堆積した後、第1の色を光電変換する光電変換領域の開口部のみを覆うマスクを用いて、この開口部にのみ埋込材16を残し、その他の部分の埋込材16を除去する。次に、埋込材16を第2の有色レンズの焦点距離に応じた第2の膜厚に堆積した後、第2の色を光電変換する光電変換領域の開口部のみを覆うマスクを用いて、この開口部にのみ埋込材16を残し、その他の部分の埋込材16を削る。このようにして、第1及び第2の光電変換領域各々の開口部に異なる厚さで埋込材16を堆積することができる。埋込材16は透明なものであって、後に形成する平滑層5と同じものを用いることが可能である。

【0028】この後、平滑層5を積層する。こうすると、形成された平滑層5の上面は、埋込材16の埋め込み程度に応じて起伏が生じ、平滑層5と埋込材16からなる基礎膜は表面に形成される有色マイクロレンズの焦点距離に応じて膜厚が定められることになる。このように構成されたCCD撮像部に既述した方法により、例えば3色の色フィルタアレイを形成する。このフィルタ層の上にレンズ型形成層35を形成する。フォトリソスト20を塗布し、これにマイクロレンズアレイのパターンを投影し、現像して図5(a)に示すようにフォトリソスト20が遮光膜3の開口部分を覆う構成を得る。このフォトリソスト20をマスクとして異方性エッチングを行い、図5(b)に示すように遮光膜3の開口部分にあるレンズ型形成層35を残す。このレンズ型形成層35を、例えば加熱処理によって熔解する。熔解したレンズ型形成層35は、図5(c)に示されるように表面張力によって半球状になる。このとき、加熱温度は色フィルタの融点よりも高くかつ色フィルタの融点よりも低く設定される。

【0029】この凸レンズ状のレンズ型形成層35をマスクとして用いてRIE(Reactive Ion Etching)等の等方性エッチングを行い、色フィルタ31b、32b及び33bをエッチングして図3(d)に示されるように各



色フィルタを凸レンズ状に形成する。こうすると、マイクロレンズの色に応じて各有色マイクロレンズの光軸方向の位置が調整された有色マイクロレンズが得られる。

【0030】有色マイクロレンズの焦点が光電変換領域表面に位置するようにするためには、上述したマイクロレンズの位置を調整する方法の他、マイクロレンズ自身の曲率を色に応じて調整することによっても可能である。このような個別の曲率を有する有色マイクロレンズを形成する例について図6を参照して説明する。同図において図3と対応する部分には同一符号を付し、かかる部分の説明は省略する。

【0031】まず、既述したような手順によってシリコン基板1上に、光電変換領域2、遮光膜3、絶縁膜4、平滑層5、色フィルタ31b、32b及びタ33bを形成する。次に、色フィルタアレイの上に第1のレンズ型を形成するためのレンズ型形成層35aを堆積する。レンズ型形成層35aは第1の色の有色マイクロレンズに設定されるべき曲率に応じた膜厚になるように堆積される。この上に、第1の光電変換領域各々の開口部を覆うマスクを形成し、第1の光電変換領域の開口部以外のレンズ型形成層35を除去してレンズ型形成層35aを得る。次に、色フィルタアレイの上に第2のレンズ型を形成するためのレンズ型形成層35bを堆積する。レンズ型形成層35bは第2の色の有色マイクロレンズに設定されるべき曲率に応じた膜厚になるように堆積される。この上に、第2の光電変換領域各々の開口部を覆うマスクを形成し、第2の光電変換領域の開口部以外のレンズ型形成層35bを除去してレンズ型形成層35bを得る。同様に、第3の色を光電変換する光電変換領域の開口部にレンズ型形成層35cを残し、その他の開口部のレンズ型形成層35cを除去する。このようにして、図6(a)に示されるように、第1、第2及び第3の光電変換領域各々の開口部に夫々レンズ型形成層35a、35b及び35cを異なる厚さで堆積することができる。

【0032】このレンズ型形成層35a、35b及び35cは、例えば加熱によって溶融される。溶融したレンズ型形成層35a、35b及び35cは、図6(b)に示されるように表面張力によって半球状になり、各レンズ型形成層の厚さに対応した曲率(曲面)となる。この色に応じて曲率が設定された凸レンズ状のレンズ型形成層35をマスクとして用いてRIE等の等方性エッチングを行い、色フィルタ31b、32b及び33bをエッチングして図6(c)に示されるように色フィルタアレイを凸レンズ状に成型する。こうして、遮光膜3の開口部に光電変換領域に近接して着色に対応した曲率を持つ有色マイクロレンズ群を得ることができ、入射光をより効果的に光電変換領域に導出することが可能となる。

【0033】有色レンズの他の形成方法について図10を参照して説明する。同図においては、要部のみを示しており、シリコン基板1上に形成された光電変換領域

2、遮光膜3、絶縁膜4は省略されている。この方法の特徴は、レンズ型形成層35としてフォトレジスト20を用いることである。

【0034】まず、平滑層5上の全体に染色された色フィルタ層、例えば第2の色フィルタ層32を形成する。この第2の色フィルタ層32にフォトレジスト20を塗布し、第2色の光電変換領域各々の開口部に重畳するようにマイクロレンズパターンを露光した後、現像してこの開口部分以外のフォトレジスト20を除去し、図10(a)の構成を得る。フォトレジスト20をマスクにして第2の色フィルタ層32をエッチングし、図10

(b)に示されるように第2の光電変換領域各々の開口部上のみ第2の色フィルタ層32を残す。この第2の色フィルタ層32を例えば加熱処理によって溶融して図10(c)に示されるように凸レンズ状に成型する。これによって、第2の色の有色マイクロレンズ群を得る。

【0035】次に、平滑層5及び第2の色の有色マイクロレンズ32上に染色された第3の色フィルタ層33を形成する。この第3の色フィルタ層33にフォトレジスト20を塗布し、第3色の光電変換領域各々の開口部に重畳するようにマイクロレンズパターンを露光した後、現像してこの開口部分以外のフォトレジスト20を除去し、図10(d)の構成を得る。フォトレジスト20をマスクにして第3の色フィルタ層33をエッチングし、図10(e)に示されるように第3色の光電変換領域各々の開口部上のみ第3の色フィルタ層33を残す。この第3の色フィルタ層33を例えば加熱処理によって溶融して図10(f)に示されるように凸レンズ状に成型する。これによって、第3の色の有色マイクロレンズ群を得る。同様にして、第1の色のマイクロレンズ群を得ることができる。

【0036】なお、マイクロレンズを全て形成した後、各光電変換領域に対応してマイクロレンズを個別に染色することが考えられる。例えば、マイクロレンズ群上に第1の光電変換領域部分を開口した第1マスクを形成し、第1色を染色する。次に、第1マスクを除去し、上記マイクロレンズ群上に第2の光電変換領域部分を開口した第2マスクを形成して第2色を染色する。この後、第2マスクを除去する。このような手順を繰り返して複数色に染色されたマイクロレンズ群を得るのである。

【0037】上述した着色マイクロレンズの技術を種々の装置に応用することが可能である。例えば、図11に示されるカラー液晶表示装置50の第1色フィルタ21、第2色フィルタ22及び第3色フィルタ23からなる色フィルタアレイ52に適用することができる。カラー液晶表示装置50は、大略、画素電極、対向電極、液晶等からなる液晶シャッタ層51、液晶シャッタ層51の各画素となる単位液晶シャッタの各々に色フィルタを重ねて構成される色フィルタアレイ52及び保護ガラス層53によって構成される。このようなカラー液晶表示



装置 50 は、図 15 に示されるように表示パネル面に垂直な方向からは画像が良く見えるが、表示パネル面に対して斜めの方向からは画面が暗くなって良く見えない。そこで、カラー液晶表示装置 50 の色フィルタアレイ 52 の部分を図 12 に示されるような第 1 の色の有色マイクロレンズ 31、第 2 の色の有色マイクロレンズ 32 及び第 3 色の色の有色マイクロレンズ 33 からなる有色マイクロレンズアレイ 54 に置換える。すると、図 16 に示すように色フィルタアレイとして機能する有色マイクロレンズアレイ 54 を通過する光は表示パネル面に対して斜めの方向にも広がり、斜めの方向からであっても正面から見たときと変らない画像を見ることができる。しかも、液晶表示パネルの厚みの増加を抑制することができる。

【0038】なお、レンズ型形成層として通常のポジ型フォトレジストを用いることができる。こうした場合には、例えば図 3 に示される有色マイクロレンズの形成方法においては同図 (a) に示されるレンズ型形成層 35 は不要となり、フィルタ 31b、フィルタ 32b 及びフィルタ 33b 上にフォトレジスト 20 を形成する。そして、フォトレジスト 20 を光電変換領域に依じて同図 (b) の如くエッチングし、エッチングされたフォトレジスト 20 を熔解して同図 (c) の如く半球状に成型されたフォトレジスト 20 を得ることが可能である。この半球状のフォトレジスト 20 をマスクとして色フィルタアレイにレンズ形状を移すことができる。

【0039】また、実施例では複数色のマイクロレンズを形成しているが、単一色のマイクロレンズを形成しても勿論良い。例えば、赤色のマイクロレンズのみを有する固体撮像装置、青色のマイクロレンズのみを有する固体撮像装置及び黄色のマイクロレンズのみを有する固体撮像装置の各々に同じ画像を投影し、R 信号、G 信号及び B 信号を 3 つの固体撮像装置により別々に得る構成とすることができる。

#### 【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明の有色マイクロレンズアレイは、マイクロレンズ自身が色フィルタアレイとして機能するので、従来のマイクロレンズと複数の色フィルタを積層して構成した色フィルタアレイとが担った機能を単一の有色マイクロレンズ層で実現することが可能となる。また、本発明の有色マイクロレンズの製造方法においては、色フィルタアレイ上にマイクロレンズの型を形成し、等方性エッチングによってこの型を色フィルタアレイに移して、色フィルタアレイをマイクロレンズ化するので各マイクロレンズに個別に色を選定することができ、色フィルタアレイとして機能し得る有色マイクロレンズを製造することができる。また、本発明の有色マイクロレンズを用いたカラー固体撮像装置は従来の如き厚手の色フィルタアレイ層を必要としない。このため、マイクロレンズを光電変換領域に近接して配

置することが可能になり、レンズ絞り開放により生じた斜め入射光に対しても集光率が低下せず、レンズ絞り開放に伴う固体撮像装置の感度劣化を抑制することが可能となる。更に、本発明の有色マイクロレンズをカラー液晶表示装置に使用することによって、カラー液晶表示パネルの視野角をより広げることが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の有色マイクロレンズを撮像装置に適用した例を示す断面図。

【図 2】色フィルタ層の形成例を示す工程図。

【図 3】有色マイクロレンズを固体撮像装置に形成する工程を示す工程図。

【図 4】中間層 13 を設けた例を示す断面図。

【図 5】高さが異なる有色マイクロレンズを固体撮像装置に形成する工程を示す工程図。

【図 6】曲率が異なる有色マイクロレンズを固体撮像装置に形成する工程を示す工程図。

【図 7】色フィルタを形成する工程を説明するための断面図。

【図 8】色フィルタを形成する工程を説明するための説明図。

【図 9】色フィルタを形成する工程を説明するための断面図。

【図 10】有色マイクロレンズを形成する他の工程例を示す工程図。

【図 11】カラー液晶表示装置の従来例を説明する断面図。

【図 12】カラー液晶表示装置に有色マイクロレンズを用いた例を示す断面図。

【図 13】従来のマイクロレンズを有する固体撮像装置を説明するための説明図。

【図 14】本発明の有色マイクロレンズを有する固体撮像装置を説明するための説明図。

【図 15】従来のカラー液晶表示装置の視野角を説明する断面図。

【図 16】有色マイクロレンズを有するカラー液晶表示装置の視野角を説明する断面図。

【図 17】従来のカラー固体撮像装置の例を示す断面図。

#### 【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 光電変換領域
- 3 遮光板
- 4 絶縁膜
- 5 平滑層

13 中間層

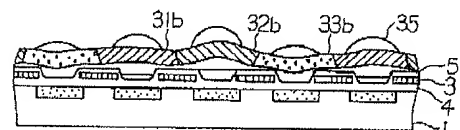
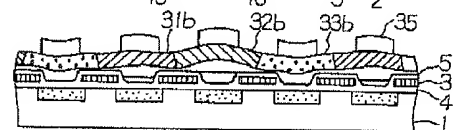
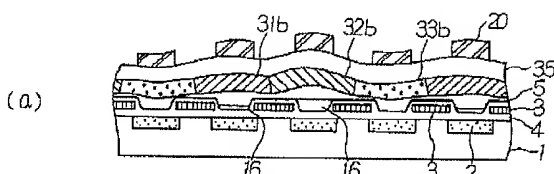
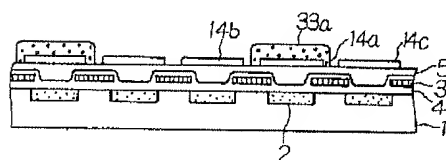
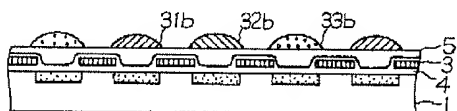
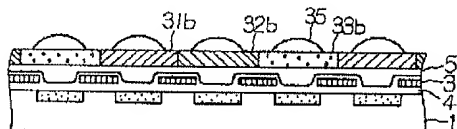
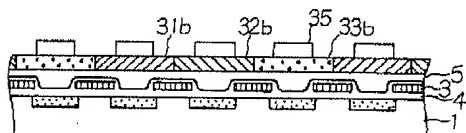
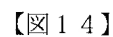
20 マスクレジスト

31 第 1 色マイクロレンズ

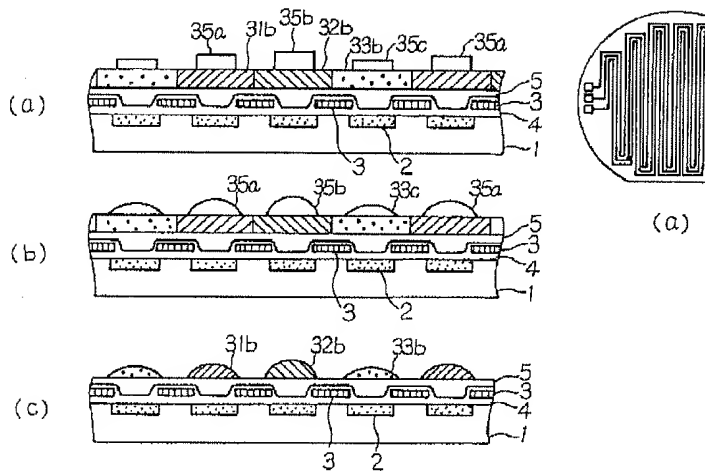
32 第 2 色マイクロレンズ

33 第 3 色マイクロレンズ

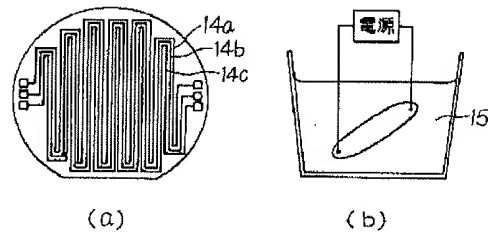
【图 1】



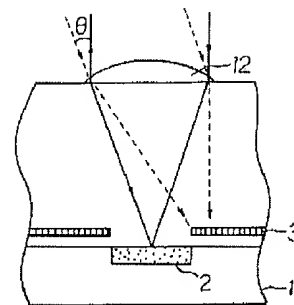
【図6】



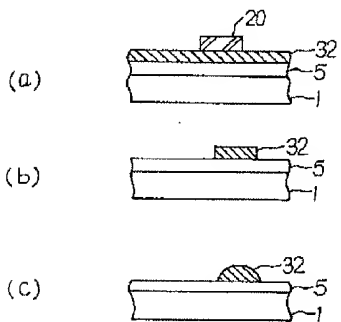
【図8】



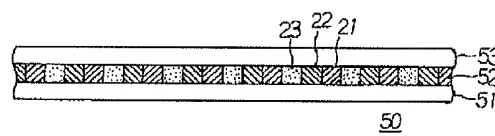
【図13】



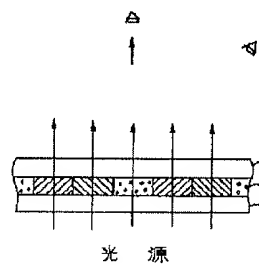
【図10】



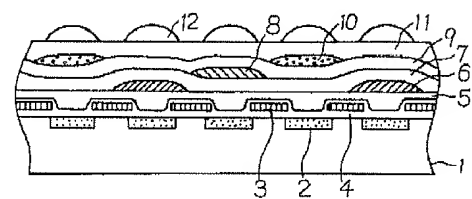
【図11】



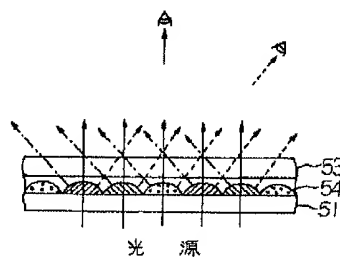
【図15】



【図17】



【図16】



【図12】

